

Мелиорация

УДК 633.18: 631.674.6:631.584.4

<https://doi.org/10.31857/S2500-26272019244-47>

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ РИСА ПРИ КАПЕЛЬНОМ ОРОШЕНИИ НА СВЕТЛО-КАШТАНОВЫХ ПОЧВАХ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

И.П. Кружилин¹, Н.Н. Дубенок², академики РАН, М.А. Ганиев¹,
кандидат технических наук, В.В. Мелихов¹, член-корреспондент РАН,
К.А. Родин¹, А.Г. Болотин¹, кандидаты сельскохозяйственных наук, А.Б. Неvezжина¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия,
400002, г. Волгоград, ул. им. Тимирязева, 9

²Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева,
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49
E-mail: vniiioz@yandex.ru

Представлен анализ результатов исследований Всероссийского НИИ орошаемого земледелия, полученных в 2014–2016 гг. в условиях южного склона Приволжской возвышенности. Определена возможность возделывания риса по инновационной водосберегающей технологии на оросительных системах общего назначения с включением в полевые и другие севообороты в качестве предшественников различный набор сельскохозяйственных культур. Для оценки выбора предшественников выращивания риса отобраны: зернобобовая культура соя, пропашная культура картофель и рис узкорядного посева. Исследования показали, что по всем предшественникам посевы риса с небольшой разницей в сроках завершают вегетацию и формируют близкую к планируемой урожайность без отрицательного влияния на почву, фитосанитарное состояние, рост и развитие культуры. Это позволяет рекомендовать их для включения в рисовые севообороты на оросительных системах общего назначения, использовать как предшественники риса с периодическими поливами в следующем порядке: соя → картофель → рис.

JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF PREDECESSORS OF RICE AT DRIP IRRIGATION ON LIGHT-CHESTNUT SOILS OF THE PRIVOLZHIAN EXTRACTION

Kruzhilin I.P.¹, Doubenok N.N.², Ganiev M.A.¹, Melichov V.V.¹,
Rodin K.A.¹, Bolotin A.G.¹, Nevezhina A.B.¹

¹All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture,
Volgograd, ul. them. Timiryazev, 9.

²Russian Timiryazev State Agrarian University,
127550, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49
E-mail: vniiioz@yandex.ru

The article presents an analysis of the research results of the All-Russian Research Institute of Irrigated Agriculture, obtained in 2014 - 2016, in conditions of the southern slope of the Volga Upland, allowed to enrich the studied problem with new knowledge confirming the possibility of cultivating rice on innovative water-saving technology in general-purpose irrigation systems, including a different set of crops as precursors in field and other crop rotations. To assess the preference for the choice of rice precursors, we selected a legume soybean culture, a row crop potatoes and a narrow-crop culture rice. Studies have shown that, for all predecessors, rice crops with a small time difference have completed the vegetation period and formed a yield close to the planned without negative impact on soil, phytosanitary condition, growth and development of rice. All this makes it possible to recommend them for inclusion in rice crop rotations on general-purpose irrigation systems, to be used as rice precursors with periodic irrigation in the following ranking order: soybean → potatoes → rice.

Ключевые слова: рис, предшествующие культуры, водно-физические свойства почвы, сорняки, урожайность, суммарное водопотребление

Key words: rice, previous crops, water-physical indicators of the soil, weeds, yield, total water consumption

Среднегодовое потребление пресной воды на различные цели в мире оценивается 3600 км³, из которых крупным потребителем является сельское хозяйство, использующее для орошения сельскохозяйственных культур 2500 км³ [1, 2]. Во всем мире орошаемая площадь всех сельскохозяйственных культур составляет 271 млн га, 71% которых сосредоточены в Азии, в числе которых около 40 – 46% заняты посевами риса [3, 4].

В производственных условиях оросительная норма при постоянном затоплении и проточности составляет 15 – 30 тыс. м³/га вместо необходимых по биологической потребности 6 – 8 тыс. м³/га [5 - 10]. Орошение риса затоплением сопровождается и другими нежелательными последствиями: повышением уровня грунтовых вод – основной причины активизации вторичного засоления и заболачивания почвы на рисовых и прилегающих к ним участках, опасной экологической

обстановкой в районах традиционного рисосеяния из-за ухудшения физико-химических свойств почвы и, как следствие, снижения ее плодородия [11 - 14]. Создаваемые при затоплении в почве анаэробные условия негативно влияют и на ферментативную активность почвы [15].

Следовательно, традиционная технология орошения риса затоплением водо-, энерго- и финансово затратная. Поэтому возникла необходимость в разработке новых водосберегающих технологий орошения риса, как и других культур, периодическими поливами. Это позволит размещать посевы риса на оросительных системах общего назначения в составе полевых, овощных и других севооборотов. Требуется также обоснование пределов насыщения севооборотов посевами риса, продолжительности возделывания его в монокультуре, оценки рейтинга по влиянию на почву и растения лучших предшественников.

Методика. Исследования проводили в полевом опыте на посевах раннеспелого риса сорта Волгоградский на участке Волго-Донского стационара ВНИИ орошаемого земледелия (ВНИИОЗ) в 2014-2016 гг. методом одноярусного систематического размещения вариантов. Повторность опыта была 3-кратной, площадь делянок по предшественникам – 96 м². Посев проводили сеялкой СН-16 узкорядным способом при устойчивом прогревании почвы на глубине заделки семян до 14 °С, в 2014 г. – 28 апреля, 2015 г. – 8 мая и 2016 г. – 5 мая.

Почвы опытного участка – светло-каштановые тяжелосуглинистые. Характеризуются небольшой мощностью гумусового горизонта 0 – 0,28 м и низким содержанием гумуса – 1,29 – 1,87%. Реакция почвенного раствора слабощелочная, рН водной вытяжки 7,2 - 7,7%. По содержанию доступных форм элементов питания мало обеспечена азотом, подвижным фосфором и обменным калием. В среднем для расчетного слоя 0 – 0,6 м плотность почвы в естественном сложении составляет 1,29 т/м³, наименьшая влагоемкость – 23,8% массы сухой почвы. Показатели порозности по слоям изменялись от 47,06 до 51,59%, плотность твердой фазы – от 2,52 до 2,54 т/м³.

Схема полевого опыта включала следующие варианты предшественников: 1 – сою; 2 – картофель; 3 – рис (контроль). Осенняя обработка почвы на всех предшественниках состояла из послеуборочного лущения поля и зяблевой вспашки на глубину 0,25 – 0,27 м. Весной – раннее боронование в два следа, предпосевная культивация на глубину заделки семян – 0,06 – 0,08 м. Макроудобрения (NPK) вносили вручную по делянкам расчетными дозами, фосфор и калий полностью и 50% азота под зяблевую вспашку, остальную часть азота применяли в виде подкормок в начале фаз кущения и выхода в трубку. На 3–7 день после посева риса поле обрабатывали почвенным гербицидом Стомп без заделки в почву дозой 6 л/га препарата, растворенного в 300 л воды.

Дозы макроудобрений рассчитывали по методике В.И. Филина с учетом содержания подвижных форм элементов питания в почве [16]. Коэффициенты возмещения выноса по азоту с учетом хорошей окультурен-

ности почв опытного участка на небобовых предшественниках принимали равным 0,7, по бобовому – 0,5. Для получения планируемой урожайности 5 т/га зерна после сои необходимо внести N₆₈P₆₂K₇₅, а после картофеля и риса – N₉₅P₆₂K₇₅.

Водный режим почвы в слое 0,6 м регулировали по предположному порогу влажности по схеме 70-80-70% НВ (70% НВ от посева до начала кущения и от конца молочной до полной спелости зерна; 80% НВ – от кущения до конца молочной спелости). Способ полива – капельное орошение с применением линий израильской компании – «Netafim».

Полевые опыты проводили по методикам опытного дела Костякова А.Н., Доспехова Б.А. и др. [17, 18]. Биологическую продуктивность определяли в фазе полной спелости зерна отбором пробных снопов в 3-кратной повторности, а хозяйственный урожай – сплошной уборкой раздельно по вариантам и повторениям и подвергали статистической обработке методом дисперсного и корреляционного анализов по Б.А. Доспехову с использованием программ «Microsoft Office Excel 2007» и «STATISTICA 10».

Сумма атмосферных осадков за период апрель-сентябрь в 2014-2016 гг. составила соответственно 104,9; 235,4 и 275,8 мм, средних суточных температур воздуха – 3662,1; 3722,9 и 3621,9 °С. По гидротермическому коэффициенту (ГТК) 2014 г. характеризуется как среднесухой (81%), 2015 г. – средневлажный (26%) и 2016 г. – влажный (10%).

Результаты и обсуждение. Минимальное значение плотности почвы перед посевом риса в слое 0 – 0,3 м сложилось на предшественнике сое и составило в среднем по слою 1,16 т/м³. В варианте, где рис размещали по картофелю, плотность была выше на 0,03 т/м³, но ниже на 0,02 т/м³ по отношению к предшественнику рис по рису (рис. 1).

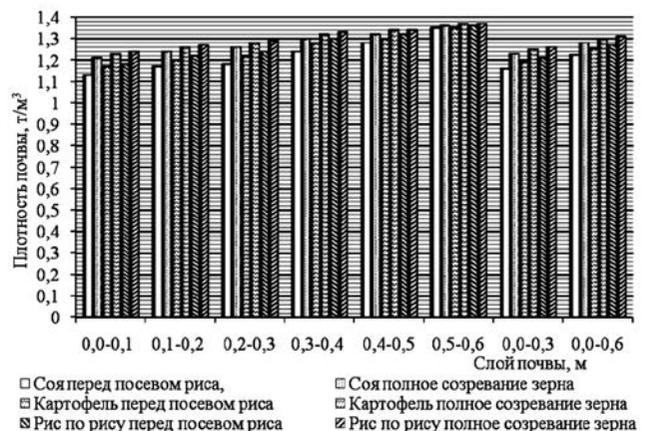


Рис. 1. Изменение плотности почвы на посевах риса по разным предшественникам.

Из полученных данных видно, что исходная плотность почвы в слое 0 – 0,6 м по предшественникам различалась незначительно и в среднем для рассматриваемого слоя характеризуется отклонениями в пределах 0,01 – 0,04 т/м³. Ее минимальное значение – 1,23 т/м³ получено по сое, максимальное 1,26 т/м³ – по

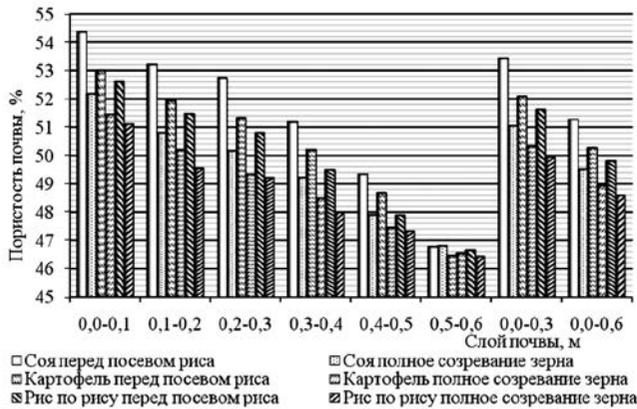


Рис. 2. Изменение пористости почвы под посевами периодически поливаемого риса после разных предшественников.

риса. Средняя плотность почвы в этом слое по разным предшественникам после уборки риса увеличилась соответственно до 1,28 и 1,31 т/м³. Следовательно, предшественники влияли на плотность почвы перед посевом и к периоду созревания зерна эта разница снизилась до минимума, что сказалось на порозности почвы.

Перед посевом риса наибольшая порозность почвы была в пахотном слое (0–0,3 м) после сои (рис. 2). В среднем за 3 года исследований она составила 53,44%.

На предшественнике картофеле этот показатель был ниже, чем после сои, на 1,35%, но выше, чем после риса по рису, на 0,47%. Общая порозность в слое почвы 0 – 0,6 м в начале вегетации риса по предшественникам изменялась незначительно в пределах 51,27–49,80%. К уборке культуры даже при отсутствии слоя воды наблюдали заметное снижение порозности в слоях 0 – 0,3 и 0 – 0,6 м по всем предшественникам. Максимальные ее значения в этих слоях отмечены по сое и в среднем за 3 года составили соответственно 51,05 и 49,51%, а минимальные (49,95 и 48,59%) – в варианте, где рис размещали по рису.



Рис. 3. Изменение водопроницаемости почвы под посевами риса после разных предшественников.

Перед посевом риса максимальная водопроницаемость почвы в среднем за 3 года была по сое, а за 6 ч наблюдений она снижалась с 4,45 до 0,64 мм/мин (рис.3).

При размещении риса по картофелю этот показатель до посева в среднем за 3 года в первые 5 мин был ниже, чем по предшественнику сое, на 0,67 мм/мин, а через шесть часов разница по скорости впитывания воды на картофеле уменьшилась до 0,11 мм/мин. Однако на картофеле эти показатели по сравнению с предшественником рисом были выше соответственно на 0,31 и 0,09 мм/мин. К созреванию зерна фильтрационные свойства почвы по предшественникам выравнивались и в среднем за 3 года оказались равными, снизившимися за 6 часов от 3,12 до 0,29 мм/мин. Анализ трехгодичных данных показал, что скорость впитывания за 1 час в зависимости от предшественника перед посевом риса изменялась от 81,6 до 66,0 мм/ч, а после уборки количественные показатели снизились до 55,8 - 49,8 мм/ч.

Установлено, что на всех предшественниках посеvy риса завершали вегетацию в неодинаковые сроки и формировали различную урожайность. Для завершения, например, полного цикла вегетации на предшественнике сое растениям риса потребовалось максимальное количество суток, которое за 2014 – 2016 гг. изменялось от 105 до 109 суток с суммой средних суточных температур воздуха 2459,7–2502,9°С. В варианте, где предшественником был картофель, количество суток от посева до созревания зерна составило 103–107 при сумме температур 2423,9 - 2444,1°С. В варианте, где размещали рис по рису, полная спелость зерна наступала на 101–105 сутки при сумме средних суточных температур 2378,6 - 2390,2°С.

При внесении дозы NPK, рассчитанной на получение урожайности 5 т/га, максимальная урожайность риса при меньшей на 27 кг д.в./га дозе внесения азота по сравнению с другими предшественниками сформировалась на предшественнике сое и в среднем за три года составила 5,05 т/га зерна (табл. 1).

При размещении риса по картофелю урожайность была ниже, чем по предшественнику сое на 0,15 т/га и на 0,14 т/га выше по сравнению с размещением риса по рису.

Наибольшее количество воды, в среднем за три года 5780 м³/га, растения потребляли на предшественнике

Табл. 1. Урожайность(т/га зерна) риса после разных предшественников, планируемая урожайность 5 т/га и норма посева 5 млн всхожих зерен/га

Предшественник	Год исследований			Средняя за 2014 - 2016 гг.
	2014	2015	2016	
Соя	4,96	5,03	5,15	5,05
Картофель	4,78	4,91	5,02	4,90
Рис по рису	4,62	4,77	4,89	4,76
NCP ₀₅	0,1133	0,1183	0,1164	

Табл. 2. Динамика суммарного водопотребления риса на разных предшественниках в годы исследований (планируемая урожайность 5 т/га и норма посева 5 млн всхожих зерен/га)

Год	Оросительная норма, м ³ /га	Приход влаги с атмосферными осадками, м ³ /га	Использованная растениями почвенная влага, м ³ /га	Суммарное водопотребление, м ³ /га
Соя				
2014	4800	497	456	5753
2015	3880	1478	445	5803
2016	3510	1763	511	5784
Среднее	4063	1246	471	5780
Картофель				
2014	4800	497	299	5596
2015	3880	1465	298	5643
2016	3510	1763	354	5627
Среднее	4063	1242	317	5622
Рис (контроль)				
2014	4800	497	208	5505
2015	3880	1433	213	5526
2016	3510	1760	261	5531
Среднее	4063	1230	227	5521

сое (табл.2). В варианте размещения риса по картофелю суммарный расход воды растениями снизился до 5622 м³/га. Наименьшее водопотребление культуры (5522 м³/га), отмечено при размещении риса по рису.

Долевое участие оросительной нормы по предшественникам изменялось от 60,7 до 87,2% суммарного испарения (табл.2). Максимальным (73,6%) оно сложилось при размещении риса по рису, тогда как по картофелю в структуре суммарного расхода оно снизилось до 72,3, а по сое – до 70,3%.

Почвенную влагу наиболее эффективно растения использовали при размещении посева по сое – 7,9 – 8,8 %, наименее эффективно – по рису – 3,8 – 4,7%.

Приоритетное место сои как предшественника риса определяется ее благоприятным воздействием на агрономические свойства почвы: плотность пахотного и 0,6 м слоев, порозность и водопроницаемость. Также на этом предшественнике при меньшей дозе внесения азота сформировалась максимальная урожайность, которая в среднем за трехлетнее исследование составила 5,05 т/га зерна, что на 0,29 т/га больше по сравнению предшественником рисом.

Литература.

1. Falkenmar K.M., Rockström J. *Balancing water for humans and nature: the new approach in ecohydrology // London (UK): Earthscan, – 2004. – 247 p.*
2. Rosegrant M.W. *Food, Agriculture and the Environment Discussion // Paper 20, IFPRI, Washington, DC, USA. – 1997. – 27–p.*
3. Dawe D. *Increasing water productivity in rice-based*

4. *World commission on dams report / Earthscan Publications Ltd, London and Sterling, VA. – 2000. –P. 404.*
5. Дубенок Н.Н., Кружилин И.П., Абду Н.М., Ганиев М.А., Родин К.А. *Продуктивность суходольного риса при капельном орошении// Научно-теоретический журнал: Известия ТСХА. – 2015.– № 6. – С. 91-101.*
6. Кружилин И.П., Дубенок Н.Н., Ганиев М.А., Абду Н.М., Мелихов В.В., Болотин А.Г., Родин К.А. *Водосберегающая технология возделывания аэробного риса при капельном орошении. Научно-теоретический журнал: Известия ТСХА.– 2015. – №3. – С. 47-56.*
7. Balasubramanian R., Krishnarajan J. *Weed population and biomass in direct- seeded rice (Oryza sativa) as influenced by irrigation// Indian J. Agron. – 2001. – V. 46. – P.101-106.*
8. Choudhury B.U., B.A. Bouman, Singh A.K. *Yield and water productivity of rice-wheat on raised beds at New Delhi, India // Field Crops Res. – 2007. – V. – 100. – P. 229-339.*
9. Kruzhilin I. P., Doubenok N. N., Ganiev M. A., Melikhov V.V., Abdou N.M., Rodin K. A. *Combination of the natural and antropogenically-controlled for obtaining various rice yield using drip irrigation sistemem // Russian Agricultural Sciences. – 2016. – V. 42. – P. 460-464.*
10. Kruzhilin I. P., Doubenok N.N., Ganiev M. A., Ovchinnikov A.S., Melikhov V.V., Abdou N.M., Rodin K. A., Fomin S.D. *Mode of rice drip irrigation // Engineering and Applied Sciences. – 2017. –V. 24. – P. 7118 – 7123.*
11. Дубенок Н.Н., Сухарев В.И. *Водный баланс Агроландшафтов Центрального Черноземья и его регулирование. М.: Колос. – 2010. – 163с.*
12. Кружилин И.П., Ганиев М.А., Родин К.А. *Скороспелый длиннозёрный сорт риса // Хлебопродукты. – 2008. – С 63 – 68.*
13. Неуньлов Б.А. *Повышение плодородия почв рисовых полей Дальнего Востока. Владивосток. –1961. –239 с.*
14. Тулякова З.Ф. *Рисна Северном Кавказе. Ростов-на-Дону. – 1973. –116 с.*
15. Сидоренко О.Д. *Эффективность химической мелиорации засоленных почв под рисом в условиях Ставропольского края // Повышение продуктивности почв рисовых полей. М.: Наука– 1985. – С. 71 - 81.*
16. Филлин В.И. *Справочная книга по растениеводству с основами программирования урожая. Волгоград. – ВГСХА. – 1994. – 274 с.*
17. Костяков А.Н. *Избранные труды. М.: Сельхозгиз. – 1961. –Т 1, 2. – 807 с., 743 с.*
18. Доспехов Б.А. *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / 5-е изд., доп. и перераб. М. – Агрпромиздат – 1985. – 351 с.*

Поступила в редакцию 22.08.18
 После доработки 16.01.19
 Принята к публикации 28.01.19